

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 21/02
21/304 3 2 1
27/12

F I
H 0 1 L 21/02 B
21/304 3 2 1 Z
27/12 B

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-61865

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71) 出願人 000228925

三菱マテリアルシリコン株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社
東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 谷口 徹

東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三
菱マテリアルシリコン株式会社内

(72) 発明者 森田 悦郎

東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三
菱マテリアルシリコン株式会社内

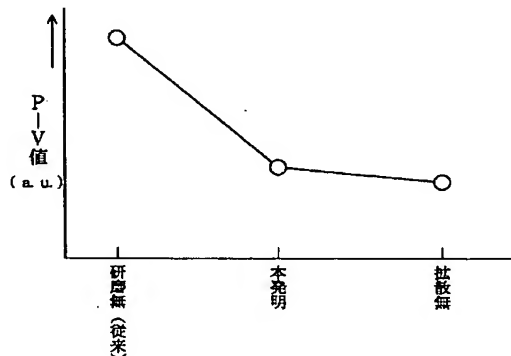
(74) 代理人 弁理士 安倍 逸郎

(54) 【発明の名称】 張り合わせシリコン基板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 不純物拡散面を張り合わせ面とした張り合わせシリコン基板にてその接合強度を大きくする。

【解決手段】 ウェーハ保持テーブルにシリコンウェーハを載置し、その不純物拡散面を仕上げ研磨する。研磨液供給下、研磨ヘッドを自転させながら、ウェーハ面に圧接し、0.1 μ mだけ仕上げ研磨する。高濃度に不純物を拡散したウェーハでも、拡散していないウェーハと同等の表面粗さ（ハイズレベルで0.2 ppm程度）を得ることができる。その結果、張り合わせ強度が増大し、シリコンウェーハの剥がれなど不良品の発生を低減できた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鏡面研磨された張り合わせ面を有する2枚のシリコンウェーハ同士を張り合わせた張り合わせシリコン基板において、

上記2枚のシリコンウェーハの少なくとも一方のシリコンウェーハの張り合わせ面に、不純物を拡散した後、研磨量が0.1 μ m未満の仕上げ研磨が施され、この研磨面を残りの他方のシリコンウェーハの張り合わせ面に重ね合わせることににより張り合わされた張り合わせシリコン基板。

【請求項2】 上記仕上げ研磨は、研磨面をヘイズレベルで0.5ppm以下またはP-V値で4nm以下とする研磨である請求項1に記載の張り合わせシリコン基板。

【請求項3】 第1のシリコンウェーハの鏡面研磨された張り合わせ面に不純物を拡散する工程と、この不純物拡散後の張り合わせ面に研磨量が0.1 μ m未満の仕上げ研磨を施す工程と、この仕上げ研磨面を第2のシリコンウェーハの張り合わせ面に重ね合わせることににより、張り合わせシリコン基板を製造する張り合わせ工程と、を備えた張り合わせシリコン基板の製造方法。

【請求項4】 上記仕上げ研磨は、その研磨面をヘイズレベルで0.5ppm以下またはP-V値で4nm以下とする研磨である請求項3に記載の張り合わせシリコン基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばシリコン面同士を直接張り合わせた張り合わせシリコン基板、酸化膜を間に介在させたSOI(Silicon on Insulator)基板およびその製造方法、特にウェーハ同士の張り合わせ強度を大きくした張り合わせシリコン基板およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えばシリコン面同士を直接に張り合わせた張り合わせシリコン基板、また、間に絶縁膜を介在させたSOI基板のように、接着剤などを使わずに2枚のシリコンウェーハ同士を張り合わせて一体化する技術が開発されている。直接張り合わせは、シリコンウェーハを洗浄して張り合わせ面(シリコン面)を親水性化処理し、次いで、室温大気中において張り合わせ面同士を重ね合わせて張り合わせ、それから加熱炉で張り合わせ熱処理を施すものである。

【0003】張り合わせシリコン基板の活性層側基板にあっては、デバイス作製上の要請により、シリコンウェーハの鏡面研磨後の張り合わせ面に、例えばSb(アンチモン)などの不純物を所定の濃度プロファイルで拡散する場合がある。このとき、鏡面研磨された張り合わせ面は不純物の拡散により、例えばヘイズレベルで1.5

ppm、P-V(Peak to Valley)値で5nm程度の面荒れが生じている。なお、P-V値は、原子間力顕微鏡(AFM:Atomic Force Microscopy)により測定した。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この張り合わせシリコン基板のウェーハ間の接着力(接合力)は、ウェーハ表面(張り合わせ界面)のマイクロラフネスが大きく関与する。マイクロラフネスが悪化すると、熱処理後、高い接合強度が得られない。よって、さらには、ウェーハに未接合部分(未接着部分)であるボイドが発生し、デバイス作製の各工程時にシリコンウェーハの剥がれなどの不都合が生じるおそれがある。

【0005】

【発明の目的】そこで、この発明は、シリコンウェーハの張り合わせ面をさらに仕上げ研磨することにより、ウェーハの接合強度(接着強度)を従来よりも大きくすることができる張り合わせシリコン基板およびその製造方法を提供することを、その目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、鏡面研磨された張り合わせ面を有する2枚のシリコンウェーハ同士を張り合わせた張り合わせシリコン基板において、上記2枚のシリコンウェーハの少なくとも一方のシリコンウェーハの張り合わせ面に、不純物の拡散後に研磨量が0.1 μ m未満の仕上げ研磨が施され、この研磨面を残りの他方のシリコンウェーハの張り合わせ面に重ね合わせることににより張り合わされた張り合わせシリコン基板である。上記仕上げ研磨では、その研磨量を0.1 μ m未満としたので、拡散された不純物の濃度プロファイルに影響を与えない。ここでいう張り合わせシリコン基板は、例えばベアシリコンウェーハ同士を張り合わせたもの(直接張り合わせ)、表面にSiO₂膜を有するシリコンウェーハとベアシリコンウェーハを張り合わせたもの(SOI)、また、表面にSiO₂膜を有するシリコンウェーハ同士を張り合わせたもの(SOI)を含む。

【0007】また、ここでいう仕上げ研磨とは、研磨布、研磨液などを用いた機械的・化学的研磨(メカノケミカル研磨)をいう。この機械的・化学的研磨は、表面基準の研磨であり、例えばワックスレスマウント方式による研磨である。使用する研磨剤は、例えば(株)フジミインコーポレーテッド製「FGL-7008」とする。使用する研磨布は、ポリエステルフェルトにポリウレタンを含浸させた基材に、ポリウレタンをコートし、ポリウレタン内に発泡層を成長させ、表面部位を除去し発泡層に開口部を設けたものである。発泡層内に保持された研磨剤がウェーハと発泡層内面との間で作用することにより、研磨が進行する。

【0008】好ましいシリコンウェーハの張り合わせ面

の研磨量は、 $0.1\mu\text{m}$ 未満であり、 $0.1\mu\text{m}$ 以上を研磨するとなれば、拡散した不純物濃度プロファイルに影響を与えるおそれがある。よって、所定深さまで不純物を拡散しなければならず、その拡散工程が長期にわたる結果となるという不具合がある。シリコンウェーハの張り合わせ面に拡散される不純物としては、例えばP型不純物としてB（ホウ素）、In（インジウム）など、N型不純物としてはP（リン）、As（ヒ素）、Sb（アンチモン）などがある。これらの事項は、請求項2～請求項4に記載の張り合わせシリコン基板およびその製法の場合も同様である。

【0009】請求項2に記載の発明は、上記仕上げ研磨は、研磨面をヘイズレベルで 0.5ppm 以下またはP-V値で 4nm 以下とする研磨である請求項1に記載の張り合わせシリコン基板である。シリコンウェーハの研磨によるウェーハ表面の粗さの成分であって、数～数十 μm の周期をもった微小な表面粗さであるヘイズ値の好ましい値は、レーザ光が垂直に入射する方式のパーティクルカウンタ、例えば（株）テンコール社「SFS6200」による測定値で 0.2ppm 未満である。このヘイズ値が大きくなると、例えば 0.5ppm を超えると、SC1液での面荒れが大きくなり、張り合わせでの接合強度が低下する。また、P-V値では 4nm 以下であり、 4nm を超えると同じく強度低下、面荒れを生じる。

【0010】請求項3に記載の発明は、第1のシリコンウェーハの鏡面研磨された張り合わせ面に不純物を拡散する工程と、この不純物拡散後の張り合わせ面に研磨量が $0.1\mu\text{m}$ 未満の仕上げ研磨を施す工程と、この仕上げ研磨面を第2のシリコンウェーハの張り合わせ面に重ね合わせることににより、張り合わせシリコン基板を製造する張り合わせ工程と、を備えた張り合わせシリコン基板の製造方法である。なお、この室温での張り合わせ後、所定の張り合わせ熱処理を施す。

【0011】ここでSC1洗浄とは、例えば $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:1:5$ というアンモニアと過酸化水素水との混合液（ 80°C ）を用いて、シリコンウェーハの表面を薄くエッチングすることにより、このウェーハ表面のパーティクルを除去する洗浄のことである。

【0012】請求項4に記載の発明は、上記仕上げ研磨は、研磨面がヘイズレベルで 0.5ppm 以下またはP-V値で 4nm 以下とする研磨である請求項3に記載の張り合わせシリコン基板の製造方法である。

【0013】

【作用】張り合わされるシリコンウェーハの作製工程において、通常は、シリコンウェーハの張り合わせ面に不純物を拡散することにより表面が荒れてしまう。ウェーハ表面の粗さは、例えばテンコール（株）の「SFS6200」で測定したヘイズレベルで 1.5ppm 、AF

Mで測定したP-V値で 5nm 程度であった。しかしながら、この発明にあっては、不純物拡散後に、拡散面に対して高精度の仕上げ研磨を施す。このため、ウェーハ表面の粗さが、「SFS6200」でのヘイズレベルで 0.2ppm 以下、AFMによるP-V値で 2nm 以下まで低減された、マイクロラフネスの低いシリコンウェーハが得られる。

【0014】上記従来技術の欄で説明したように、ウェーハ間の接合力はウェーハ表面のマイクロラフネスが大きく関与するので、この発明によれば、2枚のシリコンウェーハ同士を張り合わせたときに、ウェーハ間に未接合部分（ボイド）を発生させず、より大きなウェーハ接合強度が得られる。したがって、ユーザーによる例えばLSIの製造工程でのシリコンウェーハの剥がれを原因とした不良品の発生を低減することができる。ここで、図1および図2のグラフを参照して、この発明をより具体的に説明する。

【0015】図1は、各種シリコンウェーハのP-V値を基準にした比較を示すグラフである。また、図2は、各種シリコンウェーハのヘイズ値を基準にした比較を示すグラフである。

（1）シリコンウェーハに例えば不純物であるSbが高濃度に拡散され（例えば $20\sim30\Omega/\square$ ）、かつ機械的・化学的研磨である仕上げ研磨を施していない従来のas拡散ウェーハと、（2）同じくSbが拡散され、かつ仕上げ研磨を施したこの発明と、（3）Sb拡散なしの一般的な鏡面シリコンウェーハとを、シリコンウェーハの張り合わせ面のP-V値およびヘイズ値について比較する。図1、図2のグラフから明らかなように、仕上げ研磨を行わない従来手段に比べて、仕上げ研磨を行うこの発明のものは、Sb拡散がない手段のものと同程度の低さだった。

【0016】また、図3の各種シリコンウェーハの接合強度を示すグラフから明らかなように、その後、（1）および（2）の場合について、この仕上げ研磨された2枚のシリコンウェーハを、室温大気中において張り合わせ面同士を重ね合わせて張り合わせた。接合強度の測定は、以下のようにして行った。張り合わせウェーハの一部を劈開し、HFに浸漬し、埋め込み酸化膜（張り合わせ界面）への染み込み量を測定することによった。一定時間での染み込み量の大小で判定した。張り合わせ後のシリコンウェーハ間の接合強度は、（1）のas拡散ウェーハによる張り合わせシリコン基板に比べて、（2）の仕上げ研磨を施したこの発明の張り合わせシリコン基板の方が約5倍に増大した。シリコンウェーハの張り合わせ面に、研磨量が $0.1\mu\text{m}$ 未満で仕上げ研磨を施すので、ウェーハ表面の粗さを不純物拡散なしの鏡面研磨ウェーハと同等程度にまで低減でき、これによりウェーハ接合強度をさらに増大できる。

【0017】特に、請求項2、請求項4に記載の発明の

場合には、この仕上げ研磨面のマイクロラフネスをヘイズレベルで0.5ppm以下またはP-V値で4nm以下としたので、これによりウェーハ接合強度をより大きくすることができる。

【0018】さらに、請求項3に記載の発明の場合には、シリコンウェーハが、ベアウェーハであっても、その張り合わせ面の最終的な研磨工程が、研磨量0.1μm未満という表面基準の研磨である仕上げ研磨であるので、ウェーハ表面の粗さが、ヘイズレベルで0.5ppm以下、P-V値で4nm以下まで低減される。また、表面にSiO₂膜を有するウェーハでも、P-V値で4nm以下まで低減される。これにより、いずれのシリコンウェーハの品種であっても、ウェーハ接合強度を大きくすることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下にこの発明の実施例を挙げてこの発明をより具体的に説明する。ただし、この発明はこれに限定されないのはいうまでもない。

*

*〈実施例1、比較例1〉実施例1として、表面にSbが高濃度に拡散され、AFM測定での表面粗さP-V値が5nm、「SFS6200」のヘイズ値が1.5ppmのシリコンウェーハを、ウェーハ保持テーブル上に載置する。なお、シリコンウェーハ表面に拡散されたSbによる抵抗値は、例えば20〜30Ω/□とする。

【0020】このシリコンウェーハを、バックパッドを用いた表面基準研磨方式で、その張り合わせ面を研磨量0.1μmだけ仕上げ研磨を施した。張り合わせ面のP-V値は2nm、ヘイズ値は0.2ppmとなった。また、比較例1として仕上げ研磨を施していない場合を示す。そして、これらのシリコンウェーハを同一条件でそれぞれ張り合わせ、熱処理を施した。その結果製造された張り合わせ基板について、それぞれ、上記エッチング液の浸食による接合強度の測定を行った。その結果を表1に示す。

【0021】

【表1】

	仕上げ研磨	P-V値 (nm)	ヘイズ値 (ppm)	接合良否
実施例1	有	2	0.2	良
比較例1	無	5	1.5	否

【0022】表1から明らかなように、実施例1の張り合わせシリコン基板は、不純物の拡散により表面が粗くなったシリコンウェーハの張り合わせ面を、その後、さらに高精度の機械的研磨である仕上げ研磨を施して平滑化するようにしたので、高濃度の不純物が拡散されたシリコンウェーハであっても、不純物の拡散がないシリコンウェーハの場合と同等の表面粗さとなった。これにより接合強度が増大し、よって製品出荷後、ユーザーが例えばLSIを製造する際に、張り合わされたシリコンウェーハが取り扱い中に剥がれて、不良品が発生する虞れが低減できた。これに対して、比較例1の仕上げ研磨を施していない張り合わせシリコン基板の場合には、シリコンウェーハの張り合わせ面の表面粗さがP-V値およびヘイズ値とも比較的に大きい。これにより接合強度が小さくなり、したがってユーザー取り扱い時に、シリコンウェーハが剥がれて不良品となる率が比較的高い。

【0023】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明の張

り合わせシリコン基板およびその製造方法は、張り合わせられるシリコンウェーハの作製工程において、不純物の拡散により粗くなった張り合わせ面を、研磨量0.1μm未満の仕上げ研磨を施すようにしたので、ウェーハ表面の粗さが低減して、マイクロラフネスの高いシリコンウェーハが得られる。これにより、ウェーハ張り合わせ強度の増大が図れ、したがってユーザーによる例えばLSIの製造工程でのシリコンウェーハの剥がれに起因した不良品の発生を低減できる。

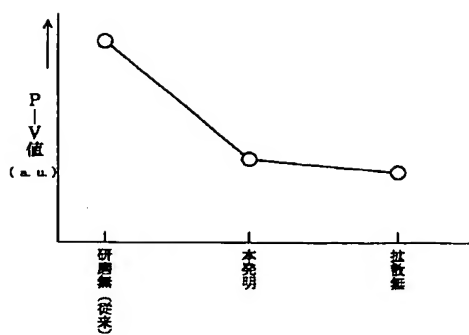
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に係る張り合わせシリコンウェーハのP-V値を他の張り合わせウェーハと比較して示すグラフである。

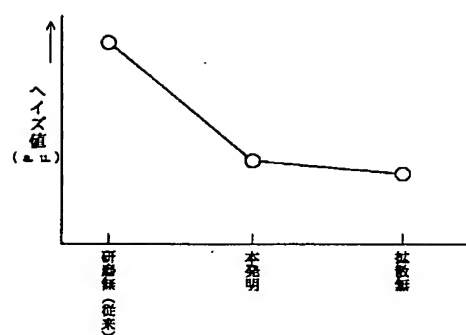
【図2】この発明の一実施例に係る張り合わせシリコンウェーハのヘイズ値を他の張り合わせウェーハと比較して示すグラフである。

【図3】この発明の一実施例に係る張り合わせシリコンウェーハの接合強度を他の張り合わせウェーハと比較して示すグラフである。

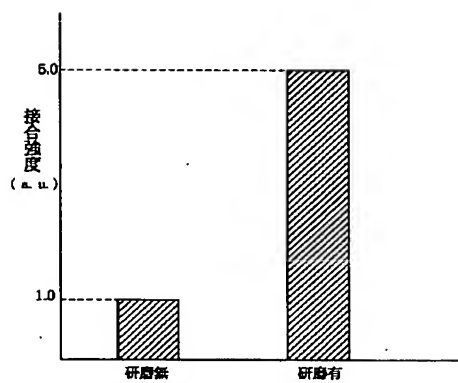
【図1】



【図2】



【図3】



This Page Blank (uspto)



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10242015 A**(43) Date of publication of application: **11.09.98**

(51) Int. Cl

H01L 21/02
H01L 21/304
H01L 27/12

(21) Application number: **09061865**(22) Date of filing: **27.02.97**

(71) Applicant: **MITSUBISHI MATERIALS**
SHILICON CORP. MITSUBISHI
MATERIALS CORP

(72) Inventor: **TANIGUCHI TORU**
MORITA ETSURO

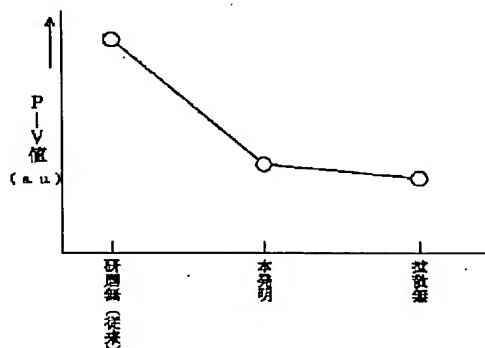
(54) **CLAD SILICON SUBSTRATE AND ITS**
MANUFACTURE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise joint strength of a clad silicon substrate, with an impurity diffusion surface as clad surface.

SOLUTION: A silicon wafer is placed on a wafer holding table, and its impurity diffusion surface is finish-polished. With a polishing liquid fed, a polishing head is press-contacted to a wafer surface while it is rotated, to finish/ polish by $0.1\mu\text{m}$. Even such wafer as impurity is diffused in high concentration, a surface roughness (haze level of about 0.2ppm) equal to such wafer of non- diffusion is obtained. In addition, a value of 4nm or below (a value over this causes degradation in strength and rough surface) is obtained as P-V (peak to valley) value. As a result, a clad strength is increased, to reduce occurrence of such defective product as peeling of silicon wafer.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



This Page Blank (uspto)